

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2016년 7월 28일 (28.07.2016)



(10) 국제공개번호
WO 2016/117846 A1

- (51) 국제특허분류:
C22C 21/00 (2006.01) C23C 4/06 (2006.01)
C22F 1/04 (2006.01) F28F 21/08 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2015/014519
- (22) 국제출원일: 2015년 12월 30일 (30.12.2015)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2015-0056349 2015년 4월 22일 (22.04.2015) KR
10-2015-0056352 2015년 4월 22일 (22.04.2015) KR
- (71) 출원인: 엘에스전선 주식회사 (LS CABLE & SYSTEM LTD) [KR/KR]; 431-848 경기도 안양시 동안구 엘에스로 127 (호계동), Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 김현수 (KIM, Hyun-Su); 07023 서울시 동작구 남부순환로 257 가길 9-4, 201 호 (사당동, 현대빌라트), Seoul (KR). 김상겸 (KIM, Sangyung); 14102 경기도 안양시 동안구 부림로 13, 603 동 603 호 (평촌동, 꿈마을현대아파트), Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 김준현 (KIM, Joon Hyun) 등; 08502 서울시 금천구 가산디지털 1로 196, 에이스테크노타워 10 차 607 호 퍼스트국제특허법률사무소 (가산동), Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

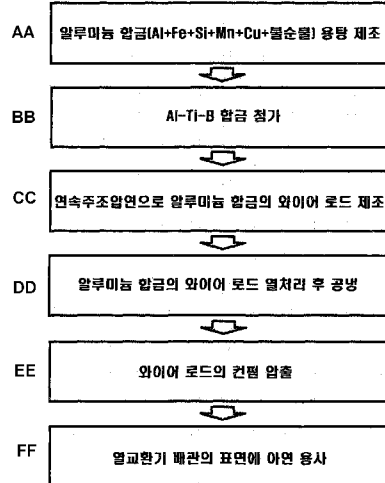
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: HIGH-STRENGTH AND HIGH-CORROSION-RESISTANT ALUMINUM ALLOY FOR HEAT EXCHANGER PIPE, AND HEAT EXCHANGER PIPE MANUFACTURED THEREFROM

(54) 발명의 명칭: 열교환기 배관용 고강도 고내식성 알루미늄 합금 및 이로부터 제조된 열교환기 배관

[도 1]



- AA ... Manufacture molten metal of aluminum alloy (Al + Fe + Si + Mn + Cu + impurities)
- BB ... Add Al-Ti-B alloy
- CC ... Manufacture wire rod of aluminum alloy by continuous casting rolling
- DD ... Perform heat treatment on and then air cool wire rod of aluminum alloy
- EE ... Perform conform-extrusion on wire rod
- FF ... Perform thermal spraying of zinc on surface of heat exchanger pipe

(57) Abstract: The present invention relates to a high-strength and high-corrosion-resistant aluminum alloy for a heat exchanger pipe, and a heat exchanger pipe manufactured therefrom and, specifically, to: an aluminum alloy which meets all of the strength and corrosion resistance requirements for a heat exchanger pipe alloy, and extrusion conflicting with strength, and in which the modification of an alloy structure before and after heat treatment at a high temperature can be minimized or avoided and manufacturing costs are reduced; and a heat exchanger pipe manufactured therefrom.

(57) 요약서: 본 발명은 열교환기 배관용 고강도 고내식성 알루미늄 합금 및 이로부터 제조된 열교환기 배관에 관한 것이다. 구체적으로, 열교환기 배관용 합금에 요구되는 강도, 내식성 및 강도와 상충관계에 있는 압출성을 모두 만족할 뿐만 아니라, 고온의 열처리 전후의 합금 조직의 변형이 최소화되거나 회피될 수 있으며, 제조비용이 절감되는 알루미늄 합금 및 이로부터 제조된 열교환기 배관에 관한 것이다.

WO 2016/117846 A1



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

— 청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를 접수하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙 48.2(h))

— 출원인의 청구에 따라, 조약 제 21 조(2)(a) 규정의 기한 만료 전 공개함

【명세서】

【발명의 명칭】

열교환기 배관용 고강도 고내식성 알루미늄 합금 및 이로부터 제조된 열교환기 배관

5 【기술분야】

본 발명은 열교환기 배관용 고강도 고내식성 알루미늄 합금 및 이로부터 제조된 열교환기 배관에 관한 것이다. 구체적으로, 열교환기 배관용 합금에 요구되는 강도, 내식성 및 강도와 상충관계에 있는 압출성을 모두 만족할 뿐만 아니라, 고온의 열처리 전후의 합금 조직의 변형이 최소화되거나 회피될 수
10 있으며, 제조비용이 절감되는 알루미늄 합금 및 이로부터 제조된 열교환기 배관에 관한 것이다.

【배경기술】

본 발명은 열교환기 배관용 고강도 고내식성 알루미늄 합금 및 이로부터 제조된 열교환기 배관에 관한 것이다. 구체적으로, 열교환기 배관용 합금에
15 요구되는 강도, 내식성 및 강도와 상충관계에 있는 압출성을 모두 만족할 뿐만 아니라, 고온의 열처리 전후의 합금 조직의 변형이 최소화되거나 회피될 수 있으며, 제조비용이 절감되는 알루미늄 합금 및 이로부터 제조된 열교환기 배관에 관한 것이다.

【발명의 배경이 되는 기술】

20 열교환기용 배관은 자동차, 가전제품 등의 열교환기에 사용되는 부품으로서, 경량성, 고강도 및 열전도 특성이 고려된 알루미늄 합금 재질로 제작된다. 이러한 알루미늄 합금으로 이루어진 열교환기용 배관은 자동차를 포함하는 수송 기기, 가전제품 등의 열교환기에 장착되어 고효율의 열교환이 가능하도록 하여 수송 기기의 연비 또는 가전제품 등의 전력소비 절감을 꾀할 수
25 있도록 한다.

열교환기용 배관은 용도에 따라 냉각수를 냉매로 사용하는 자동차의 라디에이터(radiator), 히터 코어(heater core), 오일 쿨러(oil cooler) 및

R134a를 냉매로 사용하는 응축기(condensor), 증발기(evaporator) 등에 사용된다. 이러한 열교환기용 배관은 냉매와 직접적인 접촉이 이루어지기 때문에 강도나 압출성은 물론이고 내식성이 우수한 알루미늄 합금이 필요하다.

중래 열교환기용 배관의 소재로 사용된 A13003 같은 3000계열 알루미늄 합금은 우수한 내식 특성을 나타내는 것으로 알려져 있다. 그러나, 상기 3000계열 알루미늄 합금은 실제로 열교환기용 배관으로 제조시, 특히 450°C 이상의 고온에서의 브레이징 접합 등의 가공 후, 초기 상태와 비교하였을 때 상당히 조직이 변형된 상태가 되어 열교환기 배관에서 요구되는 최소 인장강도 90MPa 및 최소 항복강도 30 MPa를 만족하지 못할 수 있고, 두께가 0.5 mm 이하의 얇은 열교환기 배관으로 제조시, 인장강도와 항복강도의 저하는 더욱 두드러진다.

한편, 일본공개특허 제(평)11-21649호에는 내식성이 우수한 열교환기용 압출 성형재를 안정적으로 제조하기 위한 알루미늄 합금 및 열교환기 압출 튜브의 제조방법이 개시되어 있다. 그러나, 상기 알루미늄 합금은 강도의 향상을 위해 구리(Cu)를 비롯한 다양한 합금원소를 다소 과량으로 첨가함으로써 압출성 및 내식성 저하, 주조시 고온균열(hot cracking), 응력부식균열(stress corrosion cracking) 등의 문제를 유발하여 열교환기 압출 튜브의 품질이 열화될 수 있다.

한편, 한국공개특허 제10-2011-0043221호에는 고온에서의 열처리 전후의 합금 조직의 변형이 최소화되거나 회피될 수 있는 알루미늄 합금이 개시되어 있다. 그러나, 상기 알루미늄 합금은 압출성이 불충분하여 이로부터 제작되는 빌렛(billet) 또는 와이어 로드(wire rod)로부터 배관을 압출하는 경우 압출 결함이 빈번히 발생하여, 생산성이 크게 저하될 수 있다.

따라서, 강도, 내식성 및 강도와 상충관계에 있는 압출성을 동시에 충족할 수 있고, 특히 두께가 0.5 mm 이하의 얇은 열교환기 튜브로 제작되는 경우에도 강도와 내식성이 우수하며, 나아가 열교환기 등의 완제품을 제조하기 위한 고온에서의 열처리 전후에 합금 조직의 변형이 최소화되거나 회피될 수 있어 그 물성이 유지될 수 있는 열교환기 배관용 알루미늄 합금이 절실히

요구되고 있는 실정이다.

【발명의 상세한 설명】

【기술적 과제】

본 발명은 강도, 내식성 및 강도와 상충관계에 있는 압출성을 동시에
5 충족할 수 있는 열교환기 배관용 알루미늄 합금을 제공하는 것을 목적으로 한다.

또한, 본 발명은 두께가 0.5 mm 이하의 얇은 열교환기 튜브로 제작되는
경우에도 인장강도가 111 MPa 이상, SWAAT(Sea Water Acetic Acid Test)에서의
내식성이 1,000 시간 이상인 열교환기 배관용 알루미늄 합금을 제공하는 것을
목적으로 한다.

10 그리고, 본 발명은 열교환기 등의 완제품을 제조하기 위한 고온에서의
열처리 후후에 합금 조직의 변형이 최소화되거나 회피될 수 있어 그 물성이
유지될 수 있는 열교환기 배관용 알루미늄 합금을 제공하는 것을 목적으로 한다.

나아가, 본 발명은 상기 열교환기 배관용 알루미늄 합금을 간단하게
제조할 수 있어, 제조비용을 절감시킬 수 있는 열교환기 배관용 알루미늄 합금의
15 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

【기술적 해결방법】

상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명은,

철(Fe) 0.05 내지 0.5 중량%, 규소(Si) 0.01 내지 0.2 중량%, 망간(Mn)
0.6 내지 1.2 중량%, 및 구리(Cu) 0.15 내지 0.45 중량%를 포함하고, 추가로
20 티타늄(Ti), 스트론튬(Sr), 크롬(Cr), 지르코늄(Zr), 및 이트륨(Y)으로 이루어진
그룹으로부터 선택된 1종 이상의 합금원소 0.01 내지 0.1 중량%를 포함하고,
나머지 잔량부가 알루미늄(Al) 및 불가피한 불순물로 이루어지고, 열처리 후
석출물 중 면적이 $2.0 \mu\text{m}^2$ 이상인 석출물이, 직경이 $100 \mu\text{m}$ 인 원의 단위면적당
40개 이하로 존재하고, 열처리 후 임의의 석출물을 기준으로 이에 인접하고
25 면적이 $2.0 \mu\text{m}^2$ 이상인 다른 석출물 중 상기 석출물과의 거리가 가까운 순으로
10개의 석출물과의 거리의 평균인 석출물간 평균거리가 10 내지 $40 \mu\text{m}$ 인,
열교환기 배관용 알루미늄 합금을 제공한다.

여기서, 상기 석출물 중 면적이 $2.0 \mu\text{m}^2$ 이상인 석출물이 직경이 $100 \mu\text{m}$ 인 원의 단위면적당 24개 이하로 존재하고, 상기 석출물간 평균거리가 21 내지 $40 \mu\text{m}$ 인 것을 특징으로 하는, 열교환기 배관용 알루미늄 합금을 제공한다.

또한, 상기 석출물은 Al-Fe 금속간 화합물, Al-Cu 금속간 화합물 또는
 5 Al-Fe-Mn 금속간 화합물을 포함하고, Al-Ti 금속간 화합물, Al-Sr 금속간 화합물, Al-Cr 금속간 화합물, Al-Zr 금속간 화합물 및 Al-Y 금속간 화합물로 이루어진 그룹으로부터 선택된 1종 이상의 금속간 화합물을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는, 열교환기 배관용 알루미늄 합금을 제공한다.

나아가, 결정립 원상당 평균입경이 $50 \mu\text{m}$ 이하인 것을 특징으로 하는,
 10 열교환기 배관용 알루미늄 합금을 제공한다.

한편, 상기 열교환기 배관용 알루미늄 합금으로 제조되고, 인장강도가 111 MPa 이상이며, ASTM G85에 따른 SWAAT 시험에서 내식성이 1,000 시간 이상인, 열교환기 배관을 제공한다.

여기서, 두께가 0.1 내지 0.5 mm 인 것을 특징으로 하는, 열교환기 배관을
 15 제공한다.

또한, 상기 알루미늄 합금의 결정립 원상당 평균입경이 $50 \mu\text{m}$ 이하이고, 브레이징(brazing) 열처리 되는 경우에도 상기 알루미늄 합금의 결정립 원상당 평균입경이 $70 \mu\text{m}$ 이하로 제어되는 것을 특징으로 하는, 열교환기 배관을 제공한다.

그리고, 표면이 아연 용사(Thermal Arc Spray; TAS) 처리된 것을
 20 특징으로 하는, 열교환기 배관을 제공한다.

한편, 철(Fe) 0.05 내지 0.5 중량%, 규소(Si) 0.01 내지 0.2 중량%, 망간(Mn) 0.6 내지 1.2 중량% 및 구리(Cu) 0.15 내지 0.45 중량% 를 포함하고, 나머지 잔량부가 알루미늄 및 불가피한 불순물로 이루어진 알루미늄 합금 용탕을
 25 제조하는 단계, 상기 알루미늄 합금 용탕의 주조 직전에 Al-Ti-B 합금을 첨가하여 티타늄(Ti) 0.01 내지 0.1 중량%를 추가로 포함하는 알루미늄 합금 용탕을 제조하는 단계, 상기 알루미늄 합금 용탕의 주조 직전에 Al-Ti-B 합금을

첨가하여 티타늄(Ti) 0.01 내지 0.1 중량%를 추가로 포함하는 알루미늄 합금 용탕을 제조하는 단계, 상기 알루미늄 합금 용탕으로부터 알루미늄 와이어 로드(wire rod)를 제조하거나 알루미늄 빌릿(billet)을 제조하는 단계, 상기 알루미늄 와이어 로드를 450 내지 650°C에서 10 내지 25시간 동안 열처리하거나

- 5 상기 알루미늄 빌릿을 520 내지 620°C에서 20시간 내지 40시간 동안 열처리한 후 공냉하는 단계, 및 열처리 후 공냉한 상기 알루미늄 와이어 로드를 컨펌 압출하거나 열처리 후 공냉한 상기 알루미늄 빌릿을 350°C 내지 550°C에서 예열한 후 직접 압출하여 열교환기 배관을 제조하는 단계를 포함하는, 열교환기 배관의 제조방법을 제공한다.

- 10 여기서, 상기 Al-Ti-B 합금을 첨가하기 전에 상기 알루미늄 합금 용탕의 탈가스화 및 이물질 여과 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는, 열교환기 배관의 제조방법을 제공한다.

- 15 또한, 상기 컨펌 압출 또는 직접 압출 단계 후, 상기 열교환기 배관의 표면에 아연 용사(TAS, thermal arc spray) 처리하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 열교환기 배관의 제조방법을 제공한다.

그리고, 상기 연속주조압연 또는 연속주조에 적용되는 상기 알루미늄 합금 용탕의 온도가 750 내지 900°C인 것을 특징으로 하는, 열교환기 배관의 제조방법을 제공한다.

【발명의 효과】

- 20 본 발명에 따른 열교환기 배관용 알루미늄 합금은 합금원소의 최적의 조합과 정밀하게 제어된 배합비로 강도, 내식성 및 강도와 상충관계에 있는 압출성을 동시에 충족할 수 있고, 두께가 0.5 mm 이하의 얇은 열교환기 튜브로 제작되는 경우에도 인장강도가 111 MPa 이상, SWAAT(Sea Water Acetic Acid Test)에서의 내식성이 1,000 시간 이상으로 매우 우수한 효과를 나타낸다.

- 25 또한, 본 발명에 따른 열교환기 배관용 알루미늄 합금은 결정립 미세화 및 금속간화합물 등의 석출물의 크기와 분포의 정밀한 제어를 통해 내식성을

추가로 향상시키고, 열교환기 등의 완제품을 제조하기 위한 고온에서의 열처리
전후에 합금 조직의 변형이 최소화되거나 회피되어 그 물성이 유지되는 우수한
효과를 나타낸다.

- 5 그리고, 본 발명에 따른 열교환기 배관용 알루미늄 합금의 제조방법은
종래 방법에 비해 간단하고 단순하게 상기 알루미늄 합금을 제조할 수 있어,
알루미늄 합금의 제조단가를 낮출 수 있는 우수한 효과를 나타낸다.

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 알루미늄 합금으로부터 열교환기
배관을 제조하는 공정의 흐름도이다.

- 10 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 제조공정에 의해 제조된 열교환기
배관에 관한 실시예를 개략적으로 도시한 것이다.

도 3은 본 발명에 따른 실시예 1의 알루미늄 합금과 비교예 13의
알루미늄 합금의 열처리 전의 SEM 사진이다.

- 15 도 4는 본 발명에 따른 실시예 1의 알루미늄 합금과 비교예 13의
알루미늄 합금의 열처리 후의 SEM 사진이다.

도 5는 본 발명에 따른 실시예 1의 알루미늄 합금의 열처리 전후의
석출물 분포를 나타낸 것이다.

【발명의 실시를 위한 형태】

- 20 이하, 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명하기로 한다. 그러나,
본 발명은 여기서 설명된 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도
있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수
있도록, 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기
위해 제공되어지는 것이다.

- 25 본 발명은 열교환기 배관용 고강도 및 고내식성 알루미늄 합금에 관한
것이다.

상기 알루미늄 합금은 철(Fe), 규소(Si), 망간(Mn) 및 구리(Cu) 및
티타늄(Ti)의 합금원소를 포함하고, 나머지 잔량부가 알루미늄(Al) 및 기타

불가피한 불순물로 이루어져 있다.

상기 합금원소 중 철(Fe)은 기지(Matrix) 내에 Al-Fe 금속간 화합물로 존재한다. 또한, 망간(Mn), 규소(Si), 구리(Cu) 등의 합금원소가 공존하는 경우 Al-Mn-Fe, Al-Mn-Fe-Si, Al-Fe-Cu 등의 금속간 화합물로서 존재한다.

5 상기 Al-Fe계 금속간 화합물은 상기 알루미늄 합금으로부터 열교환기 배관을 제조하는 공정 중 열처리시 대부분 석출되어 결정립의 성장을 억제, 즉 결정립 미세화를 통해, 상기 열교환기 배관의 인장강도 등 기계적 강도를 향상시킬 뿐만 아니라, 특히 열교환기의 제작을 위한 알루미늄 배관의 브레이징(Brazing) 접합시 인장강도 등 기계적 강도의 저하를 회피하거나
10 최소화하는 작용을 하게 된다.

상기 철(Fe)의 함량은 바람직하게는 0.05 내지 0.5 중량%, 더욱 바람직하게는 0.15 내지 0.35 중량%일 수 있다. 여기서, 상기 철(Fe)의 함량이 0.05 중량% 미만인 경우 결정립 미세화 및 인장강도 등 기계적 강도가 향상되는 효과가 미미할 수 있는 반면, 0.5 중량% 초과인 경우 금속간 화합물이 조대해져
15 상기 알루미늄 합금의 내식성과 압출성이 동시에 크게 저하될 수 있다.

상기 합금원소 중 규소(Si)는 알루미늄(Al), 철(Fe), 망간(Mn) 등과 금속간 화합물을 형성하여 압출 공정에서 형성되는 다양한 재결정 조직을 미세화함으로써, 결과적으로 상기 알루미늄 합금의 압출 가공 온도에서의 변형 저항을 작게 하여 상기 알루미늄 합금의 압출성을 향상시키는 작용을 하게 된다.

20 또한, Al-Fe-Si계 금속간 화합물은 열교환기의 제작을 위한 알루미늄 배관의 브레이징 접합시 입계 이동을 방해하여 결정립 조대화를 억제함으로써 알루미늄 배관의 인장강도 등 기계적 강도의 저하를 회피하거나 최소화하는 작용을 하게 된다.

상기 규소(Si)의 함량은 바람직하게는 0.01 내지 0.2 중량%일 수 있다.
25 여기서, 상기 규소(Si)의 함량이 0.01 중량% 미만인 경우 망간(Mn) 등의 고용량을 감소시키고, 이로써 상기 알루미늄 합금으로부터 제조되는 알루미늄 잉곳의 경제성이 크게 저하될 수 있는 반면, 0.2 중량% 초과인 경우 상기

알루미늄 합금의 내식성 및 압출성이 동시에 크게 저하될 수 있다.

상기 합금원소 중 망간(Mn)은 상기 알루미늄 합금의 내식성에 기여하는 합금원소로서, 알루미늄 기저에 Al_6Mn 의 미세한 금속간 화합물의 형태로 분포하여 알루미늄의 부식전위를 높이는 기능뿐만 아니라 일정 수준의 강도 향상에 긍정적인 영향을 나타낸다.

상기 망간(Mn)의 함량은 바람직하게는 0.6 내지 1.2 중량%일 수 있다. 여기서, 상기 망간(Mn)의 함량이 0.6 중량% 미만인 경우 상기 알루미늄 합금의 내식성이 향상되는 정도가 불충분할 수 있는 반면, 1.2 중량% 초과인 경우 상기 알루미늄 합금의 내식성이 향상되는 정도가 크게 변하지 않을뿐만 아니라, 상기 알루미늄 합금의 압출 생산성이 현저하게 저하될 수 있다.

상기 합금원소로서 구리(Cu)는 망간(Mn)과 같이 알루미늄(Al)에 고용되어 상기 알루미늄 합금의 부식전위를 높이는 합금원소로서 상기 알루미늄 합금의 내식성을 향상시키는 동시에, 철(Fe)과 함께 금속간 화합물로 존재하여 결정립 미세화를 통해 상기 알루미늄 합금의 인장강도 등 기계적 강도를 향상시키는 작용을 하게 된다.

상기 구리(Cu)의 함량은 바람직하게는 0.15 내지 0.45 중량%일 수 있다. 여기서, 상기 구리(Cu)의 함량이 0.15 중량% 미만인 경우 상기 알루미늄 합금의 인장강도와 내식성이 불충분할 수 있는 반면, 0.45 중량% 초과인 경우 금속간 화합물의 조대화로 압출성 및 내식성이 동시에 크게 저하될 수 있다.

상기 합금원소로서 티타늄(Ti)은 융점이 $1,800^{\circ}C$ 로 다른 합금원소인 철(Fe)의 융점 $1,540^{\circ}C$, 구리(Cu)의 융점 $1,084.5^{\circ}C$ 에 비해 높기 때문에 알루미늄 티타늄 디보라이드($AlTiB_2$)의 로드(rod) 등의 형태로 첨가되고, 알루미늄 합금 내에서 $Al-Al_3Ti-TiB_2$ 등의 Al-Ti 금속간 화합물 형태의 미세한 석출물로 균일하게 존재한다.

이로써, 상기 Al-Ti 금속간 화합물은 상기 알루미늄 합금의 결정립의 크기를 결정하는 석출물간 거리를 추가로 감축시키고, 결과적으로 결정립의 미세화에 의해 상기 알루미늄 합금의 인장강도 등의 기계적 강도를 추가로

향상시키는 작용을 하게 된다. 이러한 석출물간 거리의 감축에 의해 결정립의 평균직경은 약 10 내지 40 μm 로 제어될 수 있는 우수한 효과가 나타난다.

5 티타늄(Ti)이 첨가된 알루미늄 합금은 앞서 기술한 바와 같은 Al-Ti 석출물에 의한 결정립의 미세화가 가능하므로, 상기 알루미늄 합금의 신율을 향상시키기 위해 더욱 높은 온도에서 또는 더욱 장시간 열처리를 수행하는 경우에도 인장강도가 저하되는 정도가 티타늄(Ti)이 첨가되지 않은 알루미늄 합금에 비해 매우 낮기 때문에, 티타늄(Ti)이 첨가되지 않고 동일한 인장강도를 나타내는 알루미늄 합금의 신율에 비해 크게 향상된 신율을 나타낼 수 있고, 이렇게 향상된 신율에 의해 제조되는 알루미늄 배관의 확관, 축관, 굽힘 등의

10 가공이 용이하며, 이로써 가공부의 우선적 부식을 억제할 수 있게 된다.

상기 티타늄(Ti)의 함량은 바람직하게는 0.01 내지 0.3 중량%, 더욱 바람직하게는 0.01 내지 0.1 중량%일 수 있다. 여기서, 상기 티타늄(Ti)의 함량이 0.01 중량% 미만인 경우, 결정립 미세화 효과 및 이로 인한 상기 알루미늄 합금의 인장강도 등의 기계적 강도가 향상되는 정도가 불충분한 반면,

15 0.3 중량% 초과인 경우 금속간 화합물의 조대화에 의해 상기 알루미늄 합금의 압출성을 크게 저하될 수 있다. 한편, 상기 티타늄(Ti)은 스트론튬(Sr), 크롬(Cr), 지르코늄(Zr), 이트륨(Y) 등으로 대체될 수도 있다.

본 발명에 따른 알루미늄 합금에 있어서, 열처리 후 Al-Fe 금속간 화합물, Al-Cu 금속간 화합물, Al-Fe-Mn 금속간 화합물, Al-Ti 금속간 화합물, Al-Sr

20 금속간 화합물, Al-Cr 금속간 화합물, Al-Zr 금속간 화합물, Al-Y 금속간 화합물 등을 포함하는 석출물 중 면적이 $2.0 \mu\text{m}^2$ 이상인 석출물이 직경이 100 μm 인 원의 단위면적당 40개 이하, 바람직하게는 24개 이하이고, 열처리 후 면적이 $2.0 \mu\text{m}^2$ 이상인 임의의 석출물을 기준으로 이에 인접하고 면적이 $2.0 \mu\text{m}^2$ 이상인 다른 석출물 중 상기 석출물과의 거리가 가까운 순으로 10개의 석출물과의 거리의

25 평균으로 정의되는 석출물간 평균거리가 10 내지 40 μm , 바람직하게는 21 내지 40 μm 일 수 있다.

여기서, 직경이 100 μm 인 원의 단위면적당 면적이 $2.0 \mu\text{m}^2$ 이상인

석출물이 40개 초과이고 상기 석출물간 평균거리가 10 μm 미만으로 상기 면적이 2.0 μm^2 이상인 다수의 석출물이 인접하게 분포하는 경우, 상기 각각의 석출물로부터 진행되는 부식반응에 의한 소실 부분과 인접한 다른 석출물로부터 진행되는 부식반응에 의한 소실 부분이 서로 연결되어 부식에 의한 전체 소실 부분이 급격히 증가할 수 있다. 결과적으로, 상기과 같은 연결 작용으로 인하여 부식에 의해 소실되지 않아도 되는 부분까지도 소실되는 현상이 발생하여 전체 소실 면적이 크게 확대될 수 있다. 반면, 직경이 100 μm 인 원의 단위면적당 면적이 2.0 μm^2 이상인 석출물간 평균거리가 40 μm 초과인 경우, 결정립이 조대해져 기계적 특성 및 내식성이 저하될 수 있다.

상기 선택된 최적의 합금원소들의 조합 및 이들의 정밀하게 제어된 배합비에 의한 결정립 미세화를 통해, 본 발명에 따른 알루미늄 합금은 인장강도, 내식성 및 인장강도와 상충관계에 있는 압출성을 동시에 충족할 수 있고, 두께가 0.5 mm 이하의 얇은 열교환기 튜브로 제작되는 경우에도 인장강도가 111 MPa 이상, SWAAT(Sea Water Acetic Acid Test)에서의 내식성이 1,000 시간 이상으로 매우 우수한 효과를 나타낼 수 있다.

또한, 본 발명에 따른 열교환기 배관용 알루미늄 합금은 결정립 미세화 및 금속간화합물 등의 석출물의 크기와 분포의 정밀한 제어를 통해 내식성을 추가로 향상시키고, 열교환기의 완제품을 제조하기 위한 브레이징(brazing) 열처리 전후에 합금 조직의 변형이 최소화되거나 회피되어 그 물성이 유지되는 우수한 효과를 나타낸다.

도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 알루미늄 합금으로부터 열교환기 배관을 제조하는 공정의 흐름도이다.

도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 알루미늄 합금 및 알루미늄 배관의 제조공정은 아래 a) 내지 e) 단계를 포함할 수 있다.

a) 철(Fe), 규소(Si), 망간(Mn) 및 구리(Cu)를 목적한 함량으로 포함하고, 나머지 잔량부가 알루미늄(Al) 및 기타 불가피한 불순물로 이루어진 알루미늄 합금 용탕을 제조하는 단계;

b) 상기 알루미늄 합금 용탕의 주조 직전에 Al-Ti-B 합금을 첨가하는 단계;

c) 상기 알루미늄 합금 용탕으로부터, 연속주조압연에 의해 알루미늄 와이어 로드(wire rod)를 제조하는 단계;

5 d) 상기 알루미늄 와이어 로드를 450 내지 650°C에서 10 내지 25시간 동안 열처리한 후 공냉하는 단계; 및

e) 열처리 후 공냉한 상기 알루미늄 와이어 로드를 켄펄 압출하여 열교환기 배관을 제조하는 단계.

10 본 발명의 일실시예에 따른 열교환기 배관의 제조방법은 a) 단계 이후에 알루미늄 합금 용탕의 탈가스화 및 이물질 여과 단계를 추가로 포함할 수 있다. 여기서, 상기 탈가스화 및 이물질 여과 단계는 a) 단계와 b) 단계 사이에 수행하는 것이 바람직하다. b) 단계 이후에 상기 탈가스화 및 이물질 여과 단계를 수행하는 경우 가스와 함께 Al-Ti 금속간 화합물이 탈루될 수 있기 때문이다.

15 앞서 기술한 바와 같이, b) 단계에서 첨가되는 Al-Ti-B 합금으로부터의 Al-Ti 석출물이 기지(Matrix) 내에서 균일하게 분포함으로써, 결정립 크기를 결정하는 석출물간 거리가 감축되고, 결과적으로 결정립 미세화에 의해 알루미늄 합금의 인장강도 등 기계적 강도가 향상될 수 있다. 이로써, 본 발명에 따른 열교환기 배관의 제조방법은 별도의 결정립 미세화 공정이 불필요하므로
20 제조공정이 간단하고 따라서 제조비용이 절감될 수 있다.

한편, 상기 c) 단계에서 상기 연속주조압연에 적용되는 상기 알루미늄 합금 용탕의 온도가 750 내지 900°C인 것이 바람직하다. 상기 연속주조압연에 적용되는 용탕의 주입 온도를 상기와 같이 한정하는 이유는 금속간 화합물인 고용체, 즉 치밀한 미세조직을 갖는 주물을 얻기 위함이다.

25 여기서, 상기 알루미늄 합금 용탕의 주입 온도가 900°C를 초과하는 경우 주물의 미세조직이 조대해지는 문제가 있는 반면, 750°C 미만인 경우 상기

용탕의 유동성이 부족하여 주형 공간을 치밀하게 채우지 못하는 미스런(Miss Run) 현상이 발생할 수 있다.

또한, 상기 c) 단계에서 연속주조압연에 의해 제조되는 알루미늄 와이어 로드의 직경은 이로부터 제조되는 열교환기 배관의 규격에 따라 상이할 수 있고, 예를 들어 8 내지 15mm일 수 있다.

상기 컨펌 압출은 직접 압출로 대체될 수 있는데, 이 경우, 상기 알루미늄 합금 용탕으로부터 연속주조압연 공법에 의해 알루미늄 와이어 로드를 제조하는 대신에, 연속주조(Continuous casting) 공법 등으로 알루미늄 빌릿(billet) 형태로 제조할 수 있다. 상기 알루미늄 빌릿은 520 내지 620°C에서 20시간 내지 40시간 동안 균질화 열처리 후 공냉이 수행될 수 있고, 열처리 후 공냉한 상기 알루미늄 빌릿을 350°C 내지 550°C에서 예열한 후 직접 압출하여 열교환기 배관을 제조할 수 있다.

상기 열교환기 배관을 제조하기 위한 직접 압출은 알루미늄 합금으로부터 제조된 알루미늄 빌릿들을 압출기에 불연속적으로 투입하여 열교환기 배관을 제조한다. 이러한 직접 압출시 상기 알루미늄 빌릿에 가해지는 열에너지와 압출에 의한 전단에너지는 알루미늄 기저에 고용된 상태로 존재하는 망간(Mn), 구리(Cu) 같은 합금원소 및 금속간 화합물을 일정량 입계면으로 확산시켜 석출시킨다.

이러한 석출 현상은 압출 속도 및 전단에너지에 따라 그 정도가 달라지게 되므로, 불연속적으로 알루미늄 빌릿을 투입시키는 직접 압출을 이용하여 열교환기 배관을 생산할 경우, 투입되는 빌릿의 종단 영역과 다음으로 투입되는 빌릿의 시단 영역이 맞물리는 부위에서 상기 석출 현상이 발생하는 정도의 차이에 의해 합금의 조직이 달라지고, 결과적으로 상기 맞물리는 부위에서 전위차 부식이 발생할 소지가 있다.

따라서, 연속주조 공법으로 알루미늄 빌릿을 제조하여 열교환기 배관을 제조하는 경우, 상기 빌릿 내부의 망간(Mn), 구리(Cu) 등 대부분의 합금원소가 알루미늄 기저에 고용된 상태로 존재하므로, 압출 공정에 들어가기 전 적절한

균질 열처리를 거치는 것이 바람직하다.

한편, 상기 d) 단계는 상기 알루미늄 와이어 로드의 열처리를 통해 알루미늄 합금을 형성하는 합금원소의 균일화 또는 편석 등의 불균일 조직의 제거를 달성하고, 결과적으로 알루미늄 합금의 물성의 균일화와 부분부식 및
5 입계부식을 억제할 수 있게 된다.

또한, 상기 e) 단계의 컨펌 압출시 압출 속도는 바람직하게는 약 100 mpm일 수 있다. 상기 컨펌 압출은 전단 응력(shear stress)을 이용한 압출법으로 일정 수준 이상의 압출 속도가 요구되고, 압출 속도가 낮은 경우 제조되는
10 배관의 표면 불량 또는 물성 저하가 유발될 수 있다.

본 발명의 일실시예에 따른 열교환기 배관의 제조공정은 상기 열교환기 배관에 극한의 내식성이 필요한 경우 상기 e) 단계를 수행한 후 열교환기 배관의 표면에 아연 용사(thermal arc spray; TAS) 처리를 수행하는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 상기 아연 용사(TAS) 처리는 희생양극 효과를 부여하여
15 열교환기 배관의 내식성을 추가로 향상시킬 수 있다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 제조공정에 의해 제조된 열교환기 배관에 관한 실시예를 개략적으로 도시한 것이다.

도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 열교환기 배관(40)은 냉매가 이동하는 하나 이상의 유로(41)가 병합된 구조를 가질 수 있고, 인장강도가 111 MPa 이상으로 기계적 강도가 우수하다. 또한, 상기 열교환기 배관은 이를
20 형성하는 알루미늄 합금의 결정립 미세화에 의해 두께가 0.1 내지 0.5 mm인 얇은 배관으로 제조되는 경우에도 신율의 저하가 회피되거나 최소화되어 확관, 축관, 굽힘 등의 후가공이 용이하고, 후가공 이후에 가공 부위의 우선적 부식을 억제할 수 있다.

상기 열교환기 배관은 두께가 0.1 mm 미만인 경우 열교환기 운용 중
25 냉매의 압력에 의해 파손될 수 있는 반면, 두께가 0.5 mm 초과인 경우 열교환 효율이 저하되거나 열교환기의 무게가 증가할 수 있으며, 확관, 축관, 굽힘 등의 후가공이 곤란할 수 있다.

또한, 상기 열교환기 배관은 이를 구성하는 알루미늄 합금의 결정립
 원상당 평균입경이 약 50 μm 이하이고, 열교환기를 제조하기 위해
 브레이징(brazing) 열처리 되는 경우에도 결정립 원상당 평균입경이 70 μm
 이하로 제어될 수 있다. 나아가, 상기 열교환기 배관은 ASTM G85에 따른 SWAAT
 5 시험에서 내식성이 1,000 시간 이상으로, 종래 알루미늄 합금에 의해 제조된
 열교환기 배관에 비해 극히 우수할 뿐만 아니라, 상기 알루미늄 합금의 별도의
 결정립 미세화 공정이 불필요하므로 제조공정이 단순하고, 따라서 제조비용이
 절감되는 우수한 효과를 나타낸다.

<실시예>

1. 제조예

아래 표 1에 나타난 바와 같은 함량의 합금원소를 포함하고 나머지
 15 잔량부가 알루미늄 및 기타 불가피한 불순물로 이루어진 각각의 알루미늄
 합금(750~900°C)으로부터 연속주조압연을 통해 알루미늄 와이어 로드를 각각
 제조하여 코일 형태로 보빈에 감았다. 여기서, 합금원소 중 티타늄(Ti)이
 첨가되는 경우, 실시예 1 내지 7 및 비교예 1 내지 6, 8 내지 12는 연속주조압연
 직전에 알루미늄 합금 용탕에 Al-Ti-B 합금을 첨가한 반면, 비교예 13은 Ti을
 20 다른 합금원소와 동시에 첨가하였다.

또한, 상기 각각의 알루미늄 와이어 로드의 균질화 처리를 위해 450 내지
 650°C에서 10 내지 25 시간 동안 유지한 후 공냉시키는 순서로 열처리를
 수행하여 아래 표 1에 나타난 바와 같은 미세 조직 특성을 구현했다.

그 후, 열처리된 와이어 로드를 컨펌 압출법을 이용해 압출 속도 100
 25 mpm으로 외경 7 mm, 두께 0.5 mm의 알루미늄 배관을 각각 제조했다. 여기서,
 각각의 알루미늄 배관은 모두 내식성 평가를 위해 610°C에서 20분간 브레이징

모사 처리를 수행했다.

【표 1】

	조성(중량%)									미세 조직 특성			
	Fe	Cu	Mn	Si	Ti	Sr	Cr	Zr	Y	특성 1	특성 2	특성 3	특성 4
실시예1	0.3	0.3	0.9	0.1	0.1					14	25.35	42.4	64.5
실시예2	0.5	0.3	0.9	0.1	0.1					32	13.22	40.4	60.1
실시예3	0.3	0.45	0.9	0.1	0.1					18	21.47	39.6	61.2
실시예4	0.05	0.3	0.9	0.1	0.1					11	35.20	48.8	69.8
실시예5	0.3	0.15	0.9	0.1	0.1					14	24.87	45.3	67.0
실시예6	0.3	0.3	1.2	0.1	0.1					38	10.09	38.5	59.8
실시예7	0.3	0.3	0.6	0.1	0.1					9	36.34	50.0	68.8
실시예8	0.3	0.3	0.9	0.1		0.1				15	27.74	43.4	65.2
실시예9	0.3	0.3	0.9	0.1			0.1			18	22.45	44.2	65.3
실시예10	0.3	0.3	0.9	0.1				0.1		15	26.40	44.1	64.4
실시예11	0.3	0.3	0.9	0.1					0.1	17	21.95	45.0	65.7
비교예1		0.3	0.9	0.1	0.1					5	40.52	54.5	73.3
비교예2	0.6	0.3	0.9	0.1	0.1					41	9.44	39.6	57.8
비교예3	0.3	0.1	0.9	0.1	0.1					15	29.35	53.5	71.1
비교예4	0.3	0.55	0.9	0.1	0.1					27	13.45	38.6	58.1
비교예5	0.3	0.3	0.4	0.1	0.1					6	42.38	55.6	79.2
비교예6	0.3	0.3	0.9	0.3	0.1					32	9.84	37.5	57.2
비교예7	0.3	0.3	0.9	0.1						9	42.78	92.5	512.4
비교예8	0.3	0.3	0.9	0.1	0.4					14	25.21	42.1	65.4
비교예9	0.3	0.3	1.3	0.1	0.1					44	17.81	39.1	60.1
비교예10	0.5	0.3	0.9	0.1	0.1					36	9.94	40.1	60.8
비교예11	0.05	0.3	0.9	0.1	0.1					9	40.12	19.0	70.2
비교예12	0.3	0.3	1.2	0.1	0.1					41	9.95	38.4	59.6
비교예13	0.3	0.3	0.9	0.1	0.1					9	41.02	98.6	548.5

- 특성 1 : 열처리된 알루미늄 합금 중 면적이 $2.0 \mu\text{m}^2$ 이상인 석출물이

가장 밀집된 부분에서 직경이 100 μm 인 원의 단위면적당 면적이 2.0 μm^2 이상인 석출물의 갯수

- 특성 2 : 열처리된 알루미늄 합금 중 면적이 2.0 μm^2 이상인 석출물이 가장 밀집된 부분에서 면적이 2.0 μm^2 이상인 석출물간 평균거리

5 - 특성 3 : 열처리 전 알루미늄 합금의 결정립 원상당 평균입경

- 특성 4 : 열처리 후 알루미늄 합금의 결정립 원상당 평균입경

2. 물성 평가

10 1) 인장강도 및 압출성 평가

인장강도는 ASTM E8에 따라 평가했고, 압출성은 압출 선속 100 mpm으로 압출 공정이 가능한 경우 양호, 압출 공정이 불가능한 경우 불량으로 평가하였다. 평가 결과는 아래 표 2에 나타난 바와 같다.

15 2) 내식성 평가

내식성의 평가는 ASTM G85에 따른 SWAAT 시험으로 평가했다. 구체적으로, 4.2 중량%의 NaCl 용액에 빙초산을 첨가하여 pH 2.8 내지 3.0으로 유지하고 이를 49°C의 온도하에서 0.07 MPa의 압력 및 1 내지 2 ml/hr의 분무량으로 배관 시편에 분무하면서 부식에 견디는 최대 시간을 측정했다. 평가 결과는 아래 표 20 2에 나타난 바와 같다.

【표 2】

	인장강도(MPa)	SWAAT 내식성(시간)	압출성
실시예1	121	1200	양호
실시예2	126	1020	양호
실시예3	124	1140	양호
실시예4	111	1080	양호

실시예5	115	1020	양호
실시예6	124	1200	양호
실시예7	114	1080	양호
실시예8	125	1080	양호
실시예9	124	1048	양호
실시예10	124	1124	양호
실시예11	125	1064	양호
비교예1	105	1080	양호
비교예2	127	740	불량
비교예3	108	960	양호
비교예4	126	720	양호
비교예5	110	640	양호
비교예6	129	920	양호
비교예7	90	880	양호
비교예8	120	620	양호
비교예9	125	800	불량
비교예10	126	880	양호
비교예11	109	1064	양호
비교예12	124	880	불량
비교예13	101	880	양호

상기 표 2에 나타난 바와 같이, 본 발명에 따른 실시예 1 내지 11의 알루미늄 배관은 열처리 후에도 111 MPa의 높은 인장강도, SWAAT 평가시 1,000 시간 이상의 우수한 내식성, 및 우수한 압출성을 동시에 달성할 수 있음을 확인했다. 이는, 표 1과 도 3 및 4에 도시된 바와 같이, 알루미늄 합금의 열처리 후에도 결정립의 팽창이 최소화되고, 특히 표 1과 도 5에 도시된 바와 같이, 직경이 100 μm 인 원의 단위면적당 면적이 2.0 μm^2 이상인 석출물들이 40개 이하로 존재하고 이들이 평균적으로 10 내지 40 μm 만큼 서로 이격되어 있어 내식성이 추가로 향상되었기 때문이다.

반면, 합금원소 중 철(Fe)의 함량이 극히 미량이고 면적이 2.0 μm^2

이상인 석출물간 평균거리가 너무 먼 비교예 1은 결정립 미세화 효과가 미미하여 인장강도가 불충분한 반면, 철(Fe)의 함량이 과량이고 면적이 $2.0 \mu\text{m}^2$ 이상인 석출물간 평균거리가 너무 가까운 비교예 2는 금속간 화합물의 조대화로 압출성 및 내식성이 동시에 크게 저하된 것으로 확인되었다.

5 또한, 합금원소 중 구리(Cu)의 함량이 극히 미량인 비교예 3은 인장강도 및 내식성이 불충분한 반면, 구리(Cu)의 함량이 과량인 비교예 4는 내식성이 크게 저하된 것으로 확인되었다.

10 그리고, 합금원소 중 망간(Mn)의 함량이 극히 미량이고 면적이 $2.0 \mu\text{m}^2$ 이상인 석출물간 평균거리가 너무 먼 비교예 5는 내식성이 크게 불충분한 반면, 망간(Mn)의 함량이 과량이고 직경이 $100 \mu\text{m}$ 인 원의 단위면적당 $2.0 \mu\text{m}^2$ 이상인 석출물의 갯수가 과다한 비교예 9는 내식성과 압출성이 크게 저하된 것으로 확인되었다.

15 나아가, 합금원소 중 규소(Si)의 함량이 과량이고 면적이 $2.0 \mu\text{m}^2$ 이상인 석출물간 평균거리가 너무 가까운 비교예 6은 내식성이 크게 저하된 것으로 확인되었다.

20 한편, 합금원소 중 티타늄(Ti)이 첨가되지 않은 비교예 7은 면적이 $2.0 \mu\text{m}^2$ 이상인 석출물간 평균거리가 과도하게 멀고, 결정립 미세화 효과가 미미하여 인장강도 및 내식성이 크게 저하된 반면, 티타늄(Ti)이 과량 첨가된 비교예 8은 조대한 금속간 화합물의 형성에 의해 오히려 내식성이 크게 저하된 것으로 확인되었다.

25 또한, 적절한 함량의 합금원소를 포함함에도 불구하고 열처리 조건에 의해 면적이 $2.0 \mu\text{m}^2$ 이상인 석출물간 평균거리가 너무 가까운 비교예 10은 내식성이 크게 저하된 반면, 면적이 $2.0 \mu\text{m}^2$ 이상인 석출물간 평균거리가 너무 먼 비교예 11은 인장강도가 크게 저하되었으며, 직경이 $100 \mu\text{m}$ 인 원의 단위면적당 $2.0 \mu\text{m}^2$ 이상인 석출물의 갯수가 과다한 동시에 면적이 $2.0 \mu\text{m}^2$ 이상인 석출물간 평균거리가 너무 가까운 비교예 12는 내식성이 크게 저하된 것으로 확인되었다.

또한, 비교예 13은 Ti 합금원소가 주조 직전에 첨가되는 것이 아니라 다른 합금원소의 첨가와 동시에 첨가됨으로써, 면적이 $2.0 \mu\text{m}^2$ 이상인 석출물간 평균거리가 과도하게 멀어지며, 도 3 및 4에 도시된 바와 같이, 열처리 후에 결정립이 과도하게 팽창되어, 인장강도 및 내식성이 크게 저하된 것으로
5 확인되었다.

상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 당업자는 이하에서 서술하는 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경 실시할 수 있을 것이다. 그러므로 변형된 실시가 기본적으로 본 발명의
10 특허청구범위의 구성요소를 포함한다면 모두 본 발명의 기술적 범주에 포함된다고 보아야 한다.

【청구의 범위】

【청구항 1】

철(Fe) 0.05 내지 0.5 중량%, 규소(Si) 0.01 내지 0.2 중량%, 망간(Mn) 0.6 내지 1.2 중량%, 및 구리(Cu) 0.15 내지 0.45 중량%를 포함하고, 추가로
 5 티타늄(Ti), 스트론튬(Sr), 크롬(Cr), 지르코늄(Zr), 및 이트륨(Y)으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 1종 이상의 합금원소 0.01 내지 0.1 중량%를 포함하며,
 나머지 잔량부가 알루미늄(Al) 및 불가피한 불순물로 이루어지고,

석출물 중 면적이 $2.0 \mu\text{m}^2$ 이상인 석출물이, 직경이 $100 \mu\text{m}$ 인 원의 단위면적당 40개 이하로 존재하고,

10 면적이 $2.0 \mu\text{m}^2$ 이상인 임의의 석출물을 기준으로 이에 인접하고 면적이 $2.0 \mu\text{m}^2$ 이상인 다른 석출물 중 상기 석출물과의 거리가 가까운 순으로 10개의 석출물과의 거리의 평균인 석출물간 평균거리가 10 내지 $40 \mu\text{m}$ 인, 열교환기 배관용 알루미늄 합금.

【청구항 2】

15 제1항에 있어서,
 상기 석출물 중 면적이 $2.0 \mu\text{m}^2$ 이상인 석출물이 직경이 $100 \mu\text{m}$ 인 원의 단위면적당 24개 이하로 존재하고, 상기 석출물간 평균거리가 21 내지 $40 \mu\text{m}$ 인 것을 특징으로 하는, 열교환기 배관용 알루미늄 합금.

【청구항 3】

20 제1항 또는 제2항에 있어서,
 상기 석출물은 Al-Fe 금속간 화합물, Al-Cu 금속간 화합물 또는 Al-Fe-Mn 금속간 화합물을 포함하고, Al-Ti 금속간 화합물, Al-Sr 금속간 화합물, Al-Cr 금속간 화합물, Al-Zr 금속간 화합물 및 Al-Y 금속간 화합물로 이루어진 그룹으로부터 선택된 1종 이상의 금속간 화합물을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는,
 25 열교환기 배관용 알루미늄 합금.

【청구항 4】

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 알루미늄 와이어 로드를 450 내지 650°C에서 10 내지 25시간 동안 열처리하거나 상기 알루미늄 빌릿을 520 내지 620°C에서 20시간 내지 40시간 동안 열처리한 후 공냉하는 단계, 및 열처리 후 공냉한 상기 알루미늄 와이어 로드를 컨펌 압출하거나 열처리 후 공냉한 상기 알루미늄 빌릿을 350°C 내지 550°C에서 예열한 후 직접 압출하여 열교환기 배관을 제조하는 단계를 포함하는, 열교환기 배관의 제조방법.

【청구항 10】

제9항에 있어서,

상기 Al-Ti-B 합금을 첨가하기 전에 상기 알루미늄 합금 용탕의 탈가스화 및 이물질 여과 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는, 열교환기 배관의 제조방법.

【청구항 11】

제9항 또는 제10항에 있어서,

상기 컨펌 압출 또는 직접 압출 단계 후, 상기 열교환기 배관의 표면에 아연 용사(TAS, thermal arc spray) 처리하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 열교환기 배관의 제조방법.

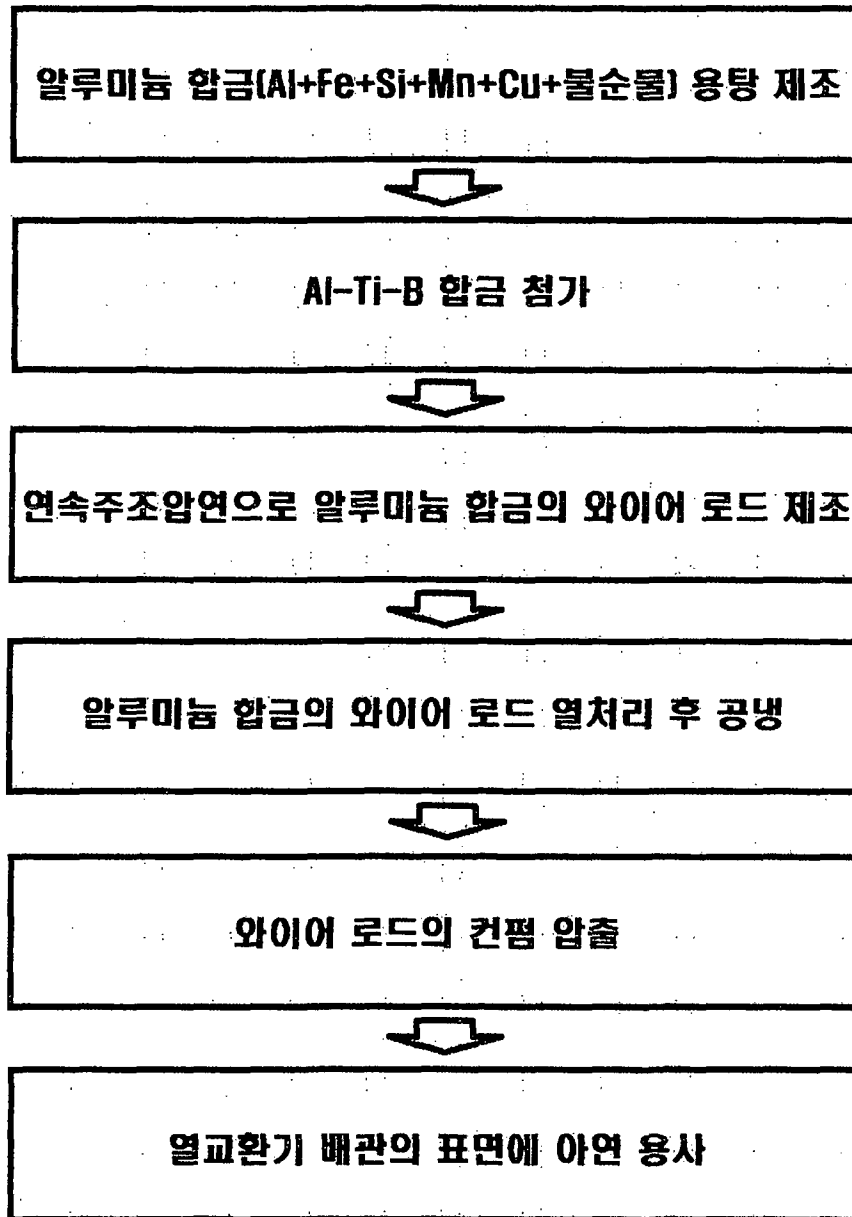
【청구항 12】

제9항 또는 제10항에 있어서,

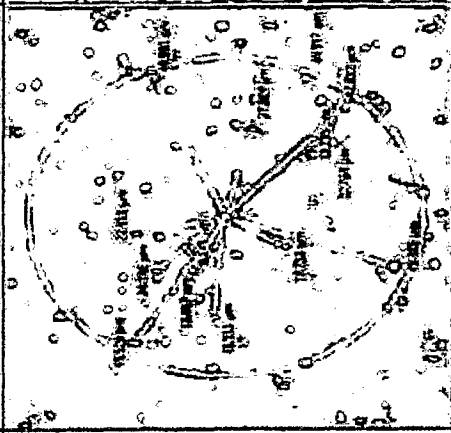
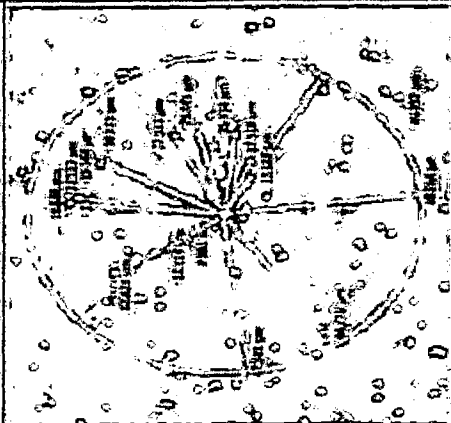
상기 연속주조압연 또는 연속주조에 적용되는 상기 알루미늄 합금 용탕의 온도가 750 내지 900°C인 것을 특징으로 하는, 열교환기 배관의 제조방법.

【도면】

【도 1】



【도 5】

	열처리 전	열처리 후	금속간화합물간 평균 거리 (가까운 순으로 μm)	
			열처리 전	열처리 후
실시예 1			14	25.35
			15	24.53

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2015/014519**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****C22C 21/00(2006.01)i, C22F 1/04(2006.01)i, C23C 4/06(2006.01)i, F28F 21/08(2006.01)i***

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C22C 21/00; B23K 1/19; C22F 1/00; B22D 17/00; C22F 1/04; B23K 20/00; C22C 21/02; B23K 1/00; C23C 4/06; F28F 21/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: heat exchanger, aluminum alloy, titanium, sludge, intermetallic compound

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2011-0072237 A (LS CABLE & SYSTEM LTD.) 29 June 2011 See paragraphs [0019]m [0031]-[0036]; and claims 1, 9-11.	1-12
Y	JP 2013-204070 A (MITSUBISHI ALUM CO., LTD.) 07 October 2013 See paragraphs [0013], [0019], [0020]; and claim 3.	1-12
Y	JP 07-216488 A (LEOTEC K.K.) 15 August 1995 See paragraphs [0019]-[0021].	5-12
A	KR 10-2014-0116941 A (UACJ CORPORATION) 06 October 2014 See paragraphs [0024], [0037]; and claims 1, 8.	1-12
A	KR 10-2013-0090767 A (SUMITOMO LIGHT METAL INDUSTRIES, LTD.) 14 August 2013 See paragraphs [0039], [0086]; and claims 1, 9.	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 APRIL 2016 (20.04.2016)

Date of mailing of the international search report

20 APRIL 2016 (20.04.2016)

Name and mailing address of the ISA/KR



Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2015/014519

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2011-0072237 A	29/06/2011	US 2011-0146938 A1	23/06/2011
JP 2013-204070 A	07/10/2013	CN 104302797 A	21/01/2015
		EP 2832873 A1	04/02/2015
		EP 2832873 A4	24/06/2015
		IN 8291DEN2014 A	15/05/2015
		KR 10-2014-0127921 A	04/11/2014
		KR 10-2015-0132593 A	25/11/2015
		MX 2014011585 A	03/03/2015
		US 2015-0060035 A1	05/03/2015
		WO 2013-146686 A1	03/10/2013
JP 07-216488 A	15/08/1995	NONE	
KR 10-2014-0116941 A	06/10/2014	CN 103906852 A	02/07/2014
		CN 103906852 B	19/08/2015
		EP 2808410 A1	03/12/2014
		EP 2808410 A4	20/01/2016
		IN 1665MUN2014 A	29/05/2015
		JP 5345264 B1	20/11/2013
		KR 10-1581609 B1	30/12/2015
		US 2014-0360712 A1	11/12/2014
		WO 2013-111884 A1	01/08/2013
KR 10-2013-0090767 A	14/08/2013	CN 103038014 A	10/04/2013
		EP 2578344 A1	10/04/2013
		JP 2011-245499 A	08/12/2011
		JP 5750237 B2	15/07/2015
		MX 2012013541 A	25/03/2013
		US 2013-0118013 A1	16/05/2013
		US 9132518 B2	15/09/2015
		WO 2011-148781 A1	01/12/2011

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

C22C 21/00(2006.01)i, C22F 1/04(2006.01)i, C23C 4/06(2006.01)i, F28F 21/08(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

C22C 21/00; B23K 1/19; C22F 1/00; B22D 17/00; C22F 1/04; B23K 20/00; C22C 21/02; B23K 1/00; C23C 4/06; F28F 21/08

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 열교환기, 알루미늄 합금, 티타늄, 석출물, 금속간 화합물

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2011-0072237 A (엘에스전선 주식회사) 2011.06.29 단락 [0019]m [0031]-[0036]; 및 청구항 1, 9-11 참조.	1-12
Y	JP 2013-204070 A (MITSUBISHI ALUM CO., LTD.) 2013.10.07 단락 [0013], [0019], [0020]; 및 청구항 3 참조.	1-12
Y	JP 07-216488 A (LEOTEC K.K.) 1995.08.15 단락 [0019]-[0021] 참조.	5-12
A	KR 10-2014-0116941 A (가부시키키가이샤 유에이씨제이) 2014.10.06 단락 [0024], [0037]; 및 청구항 1, 8 참조.	1-12
A	KR 10-2013-0090767 A (스미토모 게이 긴조쿠 고교 가부시키키가이샤) 2013.08.14 단락 [0039], [0086]; 및 청구항 1, 9 참조.	1-12

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2016년 04월 20일 (20.04.2016)

국제조사보고서 발송일

2016년 04월 20일 (20.04.2016)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

조한솔

전화번호 +82-42-481-5580



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2011-0072237 A	2011/06/29	US 2011-0146938 A1	2011/06/23
JP 2013-204070 A	2013/10/07	CN 104302797 A	2015/01/21
		EP 2832873 A1	2015/02/04
		EP 2832873 A4	2015/06/24
		IN 8291DEN2014 A	2015/05/15
		KR 10-2014-0127921 A	2014/11/04
		KR 10-2015-0132593 A	2015/11/25
		MX 2014011585 A	2015/03/03
		US 2015-0060035 A1	2015/03/05
		WO 2013-146686 A1	2013/10/03
JP 07-216488 A	1995/08/15	없음	
KR 10-2014-0116941 A	2014/10/06	CN 103906852 A	2014/07/02
		CN 103906852 B	2015/08/19
		EP 2808410 A1	2014/12/03
		EP 2808410 A4	2016/01/20
		IN 1665MUN2014 A	2015/05/29
		JP 5345264 B1	2013/11/20
		KR 10-1581609 B1	2015/12/30
		US 2014-0360712 A1	2014/12/11
		WO 2013-111884 A1	2013/08/01
KR 10-2013-0090767 A	2013/08/14	CN 103038014 A	2013/04/10
		EP 2578344 A1	2013/04/10
		JP 2011-245499 A	2011/12/08
		JP 5750237 B2	2015/07/15
		MX 2012013541 A	2013/03/25
		US 2013-0118013 A1	2013/05/16
		US 9132518 B2	2015/09/15
		WO 2011-148781 A1	2011/12/01